

## EXPOSURE SYSTEM

**Patent number:** JP2003332221  
**Publication date:** 2003-11-21  
**Inventor:** SHIROTA HIROYUKI; KUWABARA AKIRA  
**Applicant:** DAINIPPON SCREEN MFG  
**Classification:**  
 - international: H01L21/027; G03F7/20  
 - european: G03F7/20T16; G03F7/20T20; G03F7/20T22  
**Application number:** JP20020141320 20020516  
**Priority number(s):** JP20020141320 20020516

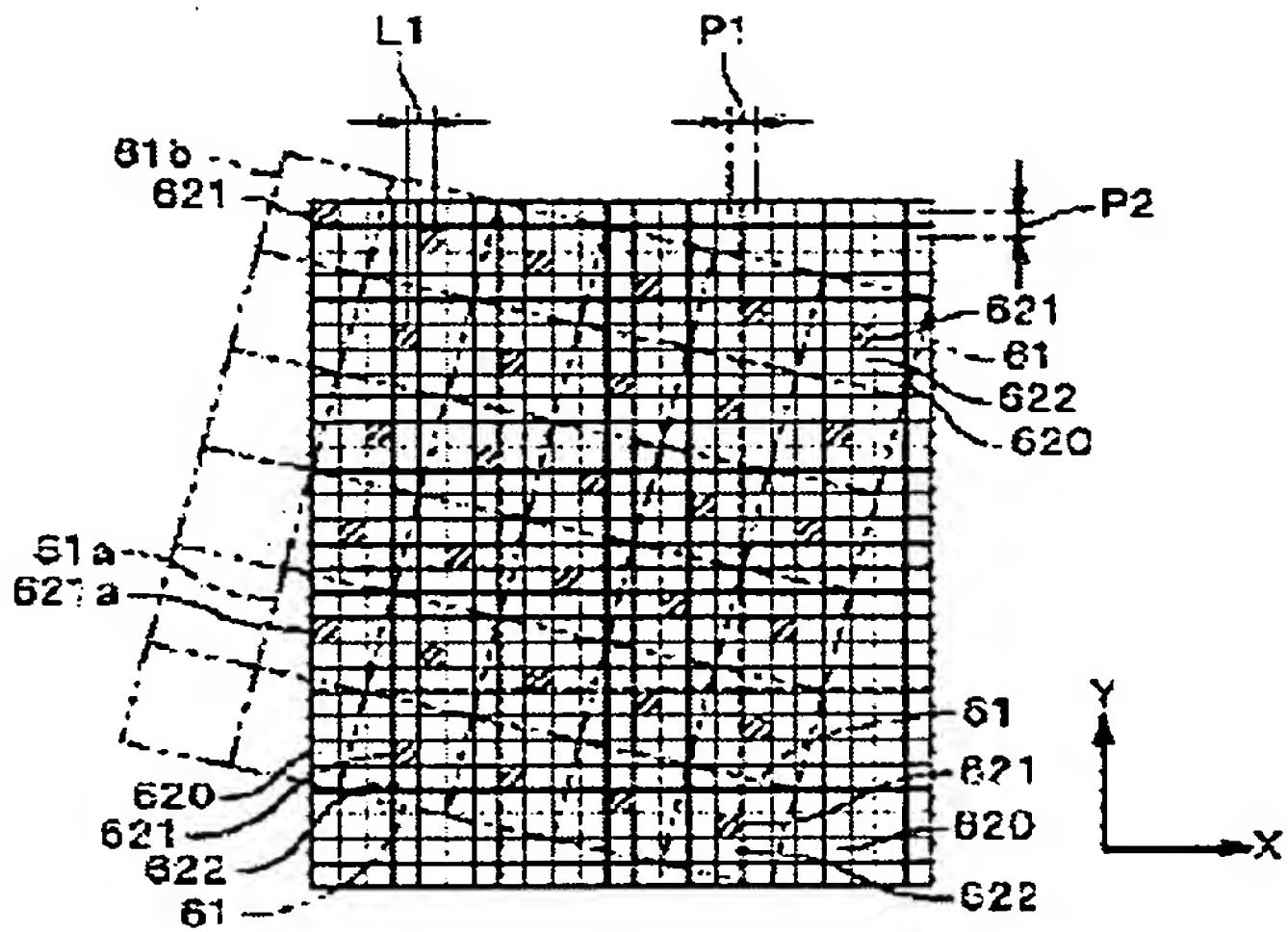
**Also published as:**

 EP1363166 (A2)  
 US2003214644 (A1)

**Report a data error here**

### Abstract of JP2003332221

**<P>PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an exposure system that can expose a photosensitive material to a fine pattern at a high speed.  
**<P>SOLUTION:** This exposure system that exposes the photosensitive material to the fine pattern is equipped with a head section provided with a DMD having a group of small mirrors for modulating reflected rays of light, a stage for holding a substrate, and a mechanism which moves the head section and stage relatively to each other. The rays of light from the small mirrors are introduced to light projecting areas 61 provided on the substrate and moved on the substrate when the substrate is moved with respect to the head section. The DMD is provided in the head section so that the array of the light projecting areas 61 may be inclined with respect to the main scanning direction. The distance between two light projecting areas 61 adjoining each other in nearly the main scanning direction with respect to the auxiliary scanning direction is made equal to the pitch P1 of plotting cells 620 in the auxiliary scanning direction. Consequently, exposure can be performed at a high speed while the line width of the pattern is controlled with accuracy, because overlapped exposure can be performed around each plotting cell 620. **<P>COPYRIGHT:** (C)2004,JPO



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-332221

(P2003-332221A)

(43)公開日 平成15年11月21日(2003.11.21)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 01 L 21/027

G 03 F 7/20

識別記号

5 0 5

F I

G 03 F 7/20

H 01 L 21/30

テマコード(参考)

5 0 5 2 H 0 9 7

5 1 8 5 F 0 4 6

5 1 4 A

5 1 6 D

5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2002-141320(P2002-141320)

(22)出願日

平成14年5月16日(2002.5.16)

(71)出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁  
目天神北町1番地の1

(72)発明者 城田 浩行

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁  
目天神北町1番地の1 大日本スクリーン  
製造株式会社内

(74)代理人 100110847

弁理士 松阪 正弘

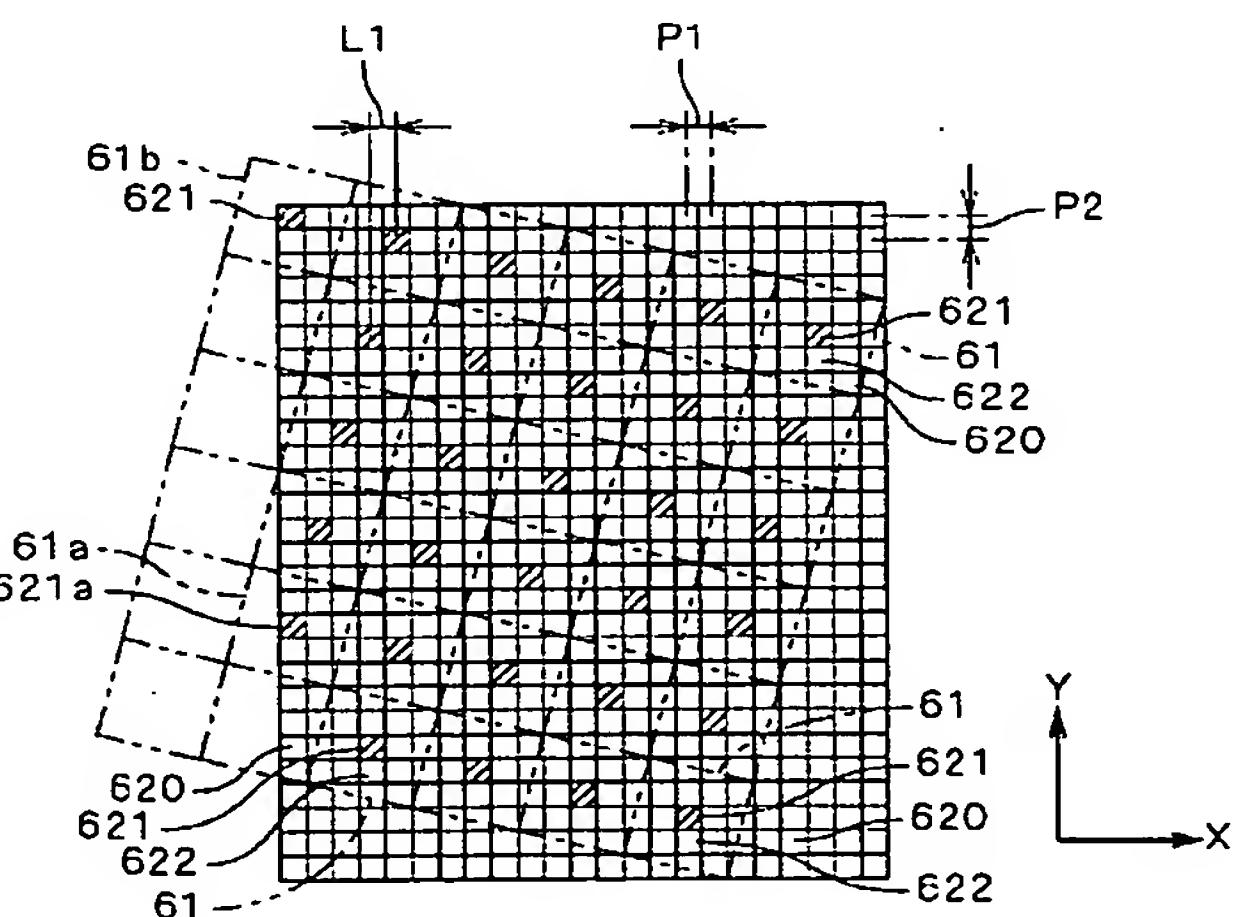
最終頁に続く

(54)【発明の名称】露光装置

(57)【要約】

【課題】 高速に微細なパターンを露光することができる露光装置を提供する。

【解決手段】 感光材料にパターンを露光する露光装置において、反射光を変調する微小ミラー群を有するDMDが設けられたヘッド部、基板を保持するステージ、並びに、ヘッド部およびステージを相対的に移動する機構が設けられる。DMDの各微小ミラーからの光は基板上の光照射領域61へと導かれ、基板がヘッド部に対して移動することにより、光照射領域61が基板上を移動する。DMDは、光照射領域61の配列が主走査方向に関して傾斜するようにヘッド部に設けられ、およそ主走査方向に隣接する2つの光照射領域61間の副走査方向に対する距離L1は基板上の描画セル620の副走査方向のピッチP1と等しくされる。これにより、各描画セル620を中心とする重複露光を行うことができ、精度よくパターンの線幅を制御しつつ高速に露光を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 感光材料を露光する露光装置であつて、格子状に配列された光照射領域群のそれぞれへと光を照射する光照射手段と、感光材料上において前記光照射領域群を配列方向に対し傾斜した走査方向に走査させ、前記感光材料上の複数の露光領域のそれぞれに対して複数の光照射領域を通過させる走査手段と、前記光照射領域群の走査に同期しつつ前記光照射領域群への光照射のON/OFFを個別に制御することにより、前記感光材料上の各露光領域に照射される光の量を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項2】 感光材料を露光する露光装置であつて、反射光を変調することができる光変調素子群を格子状に配列して有する空間光変調デバイスと、前記空間光変調デバイスに照射される光を出射する光源と、格子状に配列された光照射領域群のそれぞれへと各光変調素子からの光を導く光学系と、感光材料上において前記光照射領域群を配列方向に対し傾斜した走査方向に走査させ、前記感光材料上の複数の露光領域のそれぞれに対して複数の光照射領域を通過させる走査手段と、前記光照射領域群の走査に同期しつつ前記光照射領域群への光照射のON/OFFを個別に制御することにより、前記感光材料上の各露光領域に照射される光の量を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載の露光装置であつて、光照射領域が互いに垂直な2方向に対して等間隔に配列されることを特徴とする露光装置。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかに記載の露光装置であつて、

前記光照射領域群の2つの配列方向のうち前記走査方向におよそ沿う方向に関して互いに隣接する光照射領域において、前記走査方向に垂直な方向に対する中心間の距離が、前記走査方向に垂直な方向に関して互いに隣接する露光領域の中心間の距離と等しいことを特徴とする露光装置。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかに記載の露光装置であつて、

前記制御手段が、前記走査方向に並ぶ2つの露光領域の中心間の距離の2倍の距離だけ前記光照射領域群を走査させる間に前記光照射のON/OFFを1回制御することを特徴とする露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、感光材料を露光す

る露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、DMD（デジタルマイクロミラー・デバイス）等の空間光変調デバイスにより変調された光ビームを半導体基板やプリント基板等（以下、「基板」という。）に形成されたフォトレジスト膜上に照射し、微細なパターンの露光（すなわち、露光によるパターンの描画）を行う技術が知られている。

【0003】特開昭62-21220号公報では、DMDの微小ミラ一群により空間変調された光ビームを感光材料上に照射しつつ、感光材料を所定の距離だけ送りながらDMDへの信号を制御して微細なパターンを露光する手法が開示されている。

【0004】また、特開2001-133893号公報では、DMDが形成する感光材料上の像を主走査方向に対して45°だけ傾けてさらに微細なパターンを露光する手法が提案されている。図1は、特開2001-133893号公報における露光の様子を説明するための図である。図1において、感光材料上のDMDの像90中において主走査方向に垂直な方向に1列に並ぶ光照射領域群91はDMDの主走査ミラーセットに対応し、走査方向に垂直な方向に関して光照射領域群91の領域間に位置するもう1つの光照射領域群92はDMDの補間主走査ミラーセットに対応する。像90は主走査方向である矢印94の方向に感光材料上を走査され、ある時点で主走査ミラーセットの各ミラーにより露光される感光材料上の領域の間が補間主走査ミラーセットの各ミラーにより露光され、微細なパターンの露光が実現される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、DMD等の空間光変調デバイスでは、感光材料上に結像された像（すなわち、光ビームの空間変調パターン）を変更する際に、各光変調素子に対応するメモリセルにデータを書き込む時間や、リセットパルスを受信してから各光変調素子がホールドされる（すなわち、DMDの各微小ミラーの姿勢が安定する）までの時間等が必要であるが、これらの時間を短縮するには技術的な限界がある。したがって、空間光変調デバイスをさらに高速に駆動させることにより露光によるパターン描画を高速化することは容易ではない。

【0006】例えば、48行1024列の微小ミラーで構成されるブロックが列方向に16個並べられて768行1024列とされたものがあり、このようなDMDではブロック毎に制御が行われるようになっている。しかしながらブロック内に書き込むデータのアドレス指定は、通常、行単位で指定することから、図1に示すような手法にてDMDを使用する場合は、主走査ミラーセットおよび補間主走査ミラーセットの一部を含む全てのブロックにデータの書き込みを行う必要があり、高速にパターンを露光することが困難となる。

X方向に移動させる。

【0019】図3はDMD42を示す図である。DMD42はシリコン基板421の上に多数の微小ミラーが格子状に等間隔に配列された（互いに垂直な2方向にM行N列に配列されているものとして以下説明する。）微小ミラーチューブ422を有する空間光変調デバイスであり、各微小ミラーに対応するメモリセルに書き込まれたデータに従って、各微小ミラーが静電界作用により所定の角度だけ傾く。

【0020】図2に示す制御部5からDMD42にリセットパルスが入力されると、各微小ミラーは対応するメモリセルに書き込まれたデータに従って反射面の対角線を軸として所定の姿勢に一斉に傾く。これにより、DMD42に照射された光ビームは各微小ミラーの傾く方向に応じて反射され、光照射領域への光照射のON/OFFが行われる。つまり、メモリセルにONを示すデータが書き込まれた微小ミラーがリセットパルスを受信すると、その微小ミラーに入射する光はズームレンズ437へと反射され、対応する光照射領域に光が照射される。また、微小ミラーがOFF状態とされると、微小ミラーは入射した光をズームレンズ437とは異なる所定の位置へと反射し、対応する光照射領域は光が導かれない状態とされる。

【0021】図4は露光装置1における基板9上の光照射領域61および描画セル620を示す図である。光照射領域61はヘッド部4に対して固定された領域であり、描画セル620は基板9上に固定された露光制御の最小単位に相当する領域であり、ヘッド部4が基板9に対して相対的に移動することにより、光照射領域61が描画セル620上を移動する。描画セル620は、DMD42による1回の露光制御における光照射領域61の中心位置（正確には、連続的に移動している途中の光照射領域61の中心位置）を基準に基板9上の領域を分割した露光領域である。図4では、DMD42の各微小ミラーに対応して光が照射される格子状の光照射領域群を二点鎖線にて示し、基板9上の描画セル群を実線にて示している。なお、図4では描画セル620および光照射領域61の一部のみが図示されている。

【0022】描画セル620は図4中のX方向（副走査方向）およびY方向（主走査方向）にそれぞれピッチP1およびP2で配列された矩形の露光領域であり、対応する描画セルデータ（DMD42に書き込まれるデータ）に従った光の照射が描画セル620を中心として行われる。DMD42の各微小ミラーの反射光が照射される光照射領域61は微小ミラーの形状に対応しておよそ正方形の領域となっている。光照射領域61は互いに垂直な2方向に対して等間隔に配列され、光照射領域61の配列方向が主走査方向に対して傾斜するようにDMD42がヘッド部4内において傾斜して設けられる。

【0023】光照射領域群の主走査方向に対する傾斜

は、光照射領域群の2つの配列方向のうち、主走査方向におよそ沿う方向（主走査方向とのなす角が小さい方向）に関して互いに隣接する2つの光照射領域61において、副走査方向（X方向）の中心間距離L1と描画セル620のX方向のピッチP1（副走査方向に関して隣接する描画セル620の中心間距離）とが等しくなるよう傾けられる。以下の説明では、およそY方向に沿う方向をDMD42における列方向といい、およそX方向に沿うもう一つの方向を行方向という。

【0024】次に、露光装置1が基板9上のフォトレジスト膜へのパターンの露光を行う際の動作について説明を行う。以下、露光装置1の動作の説明においては、描画セル群に対して光照射領域群が主走査方向および副走査方向に移動するものとする。

【0025】まず、露光が開始される際には、図4中の描画セル620のうち最初の光照射領域61の位置に対応する描画セル621（つまり、各光照射領域61の中央に位置する描画セル621）への描画セルデータが、制御部5から対応するDMD42の各微小ミラーのメモリセルに送信される。そして、制御部5がDMD42にリセットパルスを送信することにより、各微小ミラーがメモリセルのデータに応じた姿勢となり、最初の描画セル621への露光動作（すなわち、光の照射のON/OFFを制御する動作）が行われる。

【0026】リセットパルスが送信された後、すぐに次の描画セル622（各描画セル621の（-Y）側に隣接する描画セル622）に対応する描画セルデータが各微小ミラーのメモリセルに送信され、メモリセルへのデータの書き込みが行われる。リセットパルスのDMD42への送信は、ステージ移動機構31がステージ2を主走査方向へ連続的に移動させる動作に同期して行われる。すなわち、1回目のリセットパルスから光照射領域61が主走査方向（図4では（-Y）方向）へピッチP2の距離だけ移動した時点で次のリセットパルスがDMD42へと送信され、各微小ミラーが描画セルデータに従った姿勢となる。これにより、図5に示すように2回目のリセットパルスにより描画セル622に対応する露光動作が行われる。

【0027】制御部5がステージ移動機構31とDMD42との制御を同期させつつ以上の露光動作が繰り返されると、18回目のリセットパルスで最初に露光動作が行われた描画セル621を中心とする2度目の露光動作が行われる。図6は18回目のリセットパルスによる露光動作が行われた様子を示す図である。図6では平行斜線の向きを変えることにより1回の露光動作のみが行われた描画セル623と2回の露光動作が行われた描画セル624とを区別して示している。

【0028】例えば、図4に示す1回目のリセットパルスにおいて光照射領域61aに対応する描画セル621aに注目した場合、図6に示すように、18回目のリセ

ットパルスにより（光照射領域61aの(+Y)側に位置する）光照射領域61bが描画セル621aを中心とする露光動作を行うこととなる。すなわち、光照射領域61aに対応する光の照射が行われた描画セル621aに対して、光照射領域61aからDMD42の列方向((+Y)方向)に4つ、行方向((-X)方向)に1つ離れた光照射領域61bが重複して通過し、描画セル621aに対応した露光動作を再度行う。

【0029】以上の動作を繰り返すことにより、露光装置1においてM行の微小ミラーにより構成されるDMD42が用いられる場合には基板9上において(M/4)回重複して露光動作が行われ、各描画セル620を中心とする(M/4)階調の露光が可能とされる。

【0030】次に、光照射領域61への光照射のON/OFF制御と描画セル620の感光との関係について説明する。1つの描画セル620に対応する露光が行われる際に実際に光が照射される領域は1つの光照射領域61のおよそ全体であるため、対応する描画セル620の周囲に位置する描画セル620に対しても光が照射される(図4～図6参照)。

【0031】図7(a)は1つの光照射領域61への光照射のON/OFFが5つの描画セル620毎に切り替わった際に、主走査方向に並ぶ描画セル620に描かれるパターンを例示する図であり、図7(b)は1つの光照射領域61が描画セル620に対して矢印71の方向(主走査方向)に相対移動する際の軌跡を示している。また、図7(c)は図7(b)において光照射領域61により照射される光量のY方向(主走査方向)に対する変化を示す図である。なお、図7(c)では副走査方向に離れた位置を通過する光照射領域61の露光制御も同様であるものと仮定して描いている。

【0032】光照射領域61は図7(b)のようにON(実線で示される光照射領域61)またはOFF(破線で示される光照射領域61)の状態で描画セル620に対して連続して相対移動するため、描画セル620に照射される累積光量は図7(c)において線72で示すように山形の分布となる。したがって、例えば、光照射領域61がONの状態を続ける主走査方向の距離(図7(a)に示す描画セル620のピッチP2の5倍の距離)と図7(c)において(単位面積当たりの)光量Q1でフォトレジスト膜が感光する長さL2とが等しくなるように線72にて示す山形の形状が調整されると(正確には図2に示す光量調整フィルタ44によりDMD42に照射される光ビームの強度が調整されて累積光量が調整される。)、図7(a)に示すパターンの描画が実現される。

【0033】図8(a)～(c)は副走査方向に関して5つの描画セル620毎に光照射領域61のON/OFFが切り替えられる際に得られる累積光量について説明するための図である。図8(a)は副走査方向に関して

描画セル620に描かれるパターンを例示し、図8

(b)は複数の光照射領域61が描画セル620に対して矢印71の方向(主走査方向)に相対移動して主走査方向の所定位置を通過する際の様子を示している。また、図8(c)は図8(b)の複数の光照射領域61により累積される光量のX方向(副走査方向)に関する変化を示す図である。なお、図8(c)では主走査の途中において光照射領域61への光照射のON/OFFが切り替わらないものと仮定して描いている。

【0034】図8(b)では、ONの状態の5つの光照射領域61(実線で示される光照射領域61)が距離L1(すなわち、ピッチP1)の間隔で並び、続いて、OFFの状態の5つの光照射領域61(破線で示される光照射領域61)が同様に距離L1の間隔で並んでいる様子を示している。露光動作時において各光照射領域61は原則として主走査方向のみに移動することから、副走査方向に関する累積光量は本来不連続に変化する。しかしながら、各光照射領域61は傾いた状態で連続的に主走査方向に移動することから、実際には図8(c)の線74に示すように累積光量はX方向に連続的に山形に変化することとなる。したがって、図7(c)の場合と同様に、ピッチP1の5倍の距離と線74において光量Q2でフォトレジスト膜が感光する長さL3とが等しくなるようにDMD42への光強度を調整することにより、図8(a)に示すパターンの描画が実現される。

【0035】以上のように、主走査方向または副走査方向のみに注目した場合、基板9上に照射される光量はこれらの方向に対して山形に変化させることができる。また、既述のように露光装置1では制御部5が光照射領域群の走査に同期しつつ光照射領域群への光の照射のON/OFFを個別に制御することにより、M行の微小ミラーを有するDMD42を用いて、各描画セル620を中心とする光照射の光量を(M/4)段階に制御することができる。したがって、露光装置1により主走査方向および副走査方向に対するパターンの線幅を高精度に制御しつつ描画を行うことができる。また、重複露光によりDMD42の反射光の強度のばらつきの影響も抑制することができる。

【0036】なお、通常、ピッチP1とピッチP2とは等しくされ、光照射領域61が正方形であることから、主走査方向および副走査方向の線幅の最小制御単位を等しくすることができる。

【0037】次に、露光装置1が露光により基板9上のフォトレジスト膜への描画を行う他の動作例について図9を参照して説明を行う。図9では光照射領域61および描画セル620が図4～図6と同様に配列されており、光照射領域61が描画セル620に対して(-Y)方向へピッチP2の2倍の距離だけ相対移動する間に光照射領域61へのON/OFF制御が1回行われる(以下、「倍速動作」という。)。

【0038】具体的には、図9の(−X)側の描画セル620の列に注目すると、1回目のリセットパルスにより(+Y)側の描画セル621c、描画セル621cからピッチP2の17倍の距離だけ(−Y)方向に離れた描画セル621d、および、描画セル621cからピッチP2の34倍の距離だけ(−Y)方向に離れた描画セル621eを中心とする露光動作が、光照射領域61c、61d、61eにおいて行われる。

【0039】続いて、光照射領域群が描画セル群に対して(−Y)方向にピッチP2の2倍の距離だけ相対移動したときに2回目のリセットパルスがDMD42に入力され、光照射領域61c～61eにおいてそれぞれ描画セル621cからピッチP2の2倍の距離だけ(−Y)方向に離れた描画セル621f、描画セル621cからピッチP2の19倍の距離だけ(−Y)方向に離れた描画セル621g、および、描画セル621cからピッチP2の36倍の距離だけ(−Y)方向に離れた描画セル621hに対応した露光動作が行われる。

【0040】以上の動作により、例えば、1回目のリセットパルスから2回目のリセットパルスまでの間の前半において描画セル621eに対応する露光動作が光照射領域61eにより行われるものとすると、9回目のリセットパルスから10回目のリセットパルスまでの間の後半において描画セル621eに対応する重複露光動作が光照射領域61dにより行われることとなる。さらに、18回目のリセットパルスから19回目のリセットパルスまでの間の前半において描画セル621eに対応する重複露光動作が光照射領域61cにより行われる。このように倍速動作では、各描画セル620に対応する重複露光の動作は主走査方向に隣接する描画セル620に対する露光動作とともに行われる。

【0041】次に、倍速動作の際の光照射領域61に対する光の照射と描画セル620が受光する光量との関係についての説明を行う。図10(a)は倍速動作において主走査方向に関して描画セル620に描かれるパターンを例示し、図10(b)は先行する光照射領域61eが描画セル620に対して矢印71の方向(主走査方向)に相対移動する軌跡を示している。また、図10(c)は後続の光照射領域61dが描画セル620に対して矢印71の方向に相対移動する軌跡を示し、図10(d)は図10(b)および(c)の光照射領域61eおよび光照射領域61dにより累積される光量のY方向(主走査方向)に対する変化を示す図である。

【0042】図10(b)では、光照射領域61eはピッチP2の2倍の距離を移動する毎にON/OFF制御され、3回ON状態とされた後に2回OFF状態とされる様子を示している。一方、図10(c)では、光照射領域61dもピッチP2の2倍の距離を移動する毎にON/OFF制御され、2回ON状態とされた後に3回OFF状態とされる様子を示している。このような露光動

作により、図10(d)中に線76にて示すように、Y方向に並ぶ描画セル620上にはY方向に対して山形に変化する累積光量が与えられる(正確には主走査方向に並ぶ他の光照射領域61からも重複露光が行われる)。また、図10(d)中に示す光量Q3によりフォトレジスト膜が感光するものとした場合、図10(a)に例示するパターンが描画されることとなる。

【0043】さらに、既述のように重複露光により他段階で照射光量が制御可能であることから、図10(d)中に示す山形の光量分布の形状を変化させることができ、倍速動作であってもフォトレジスト膜上に描画されるパターンの主走査方向の幅(副走査方向に伸びるパターンの線幅)を高精度にて制御することができる。なお、副走査方向に位置する複数の光照射領域61による累積光量も図8における説明と同様に山形の分布とすることができるため、パターンの副走査方向の幅も高精度に制御することができる。

【0044】以上のように、露光装置1における倍速動作では制御部5が光照射領域61をピッチP2の2倍の距離だけ走査させる間に1回のリセットパルスを発信して光照射領域61への光照射のON/OFFを制御する。これにより、パターンの線幅の制御しつつ高速に露光を行うことができる。

【0045】なお、倍速動作では図4～図6に示す動作ほど柔軟には各描画セル620に対してM/4段階の光量制御を行うことができないが、通常、描画されるパターンの最小線幅は線幅の最小制御単位(すなわち、露光分解能)の数倍程度大きく設定されるため、実用上は倍速動作を行っても問題が生じることはない。例えば、露光装置1では線幅または隣接する線の間のスペースの幅が15μmとされ、線幅またはスペースの幅の最小制御単位が2μmとされる。

【0046】また、図9に示す動作例の場合も重複露光により各光照射領域61に照射される光量のばらつきの影響を抑制することが実現される。

【0047】図11(a)および(b)は、露光装置1によるパターンの描画と、光照射領域の配列方向を主走査方向に対して傾斜させない場合のパターンの描画(以下、「比較例」という。)とを比較するための図である。図11(a)は比較例におけるパターンの描画の様子を示し、図11(b)は露光装置1において倍速動作によりパターンの描画が行われる様子を示す図である。比較例では各光照射領域を描画セルに等しい大きさに設定する必要があるため、図11(a)に示すようにDMD42の像42aが図11(b)における像42bよりも小さくされる。

【0048】なお、使用されるDMDは、互いに垂直な2方向(行方向および列方向)に対して、1辺が14μmの正方形の微小ミラーが48行1024列に等間隔に配列されたブロックを16個有し、16個のブロックが

列方向に配列されることにより、768行1024列の微小ミラー配列とされている。1つのブロックに属する微小ミラーチームはリセットパルスが入力されることにより、反射面の対角線を軸としてベース面に対して(+12)度または(-12)度のいずれかの姿勢に一斉に傾く。

【0049】また、描画セルの副走査および主走査方向のピッチP1およびP2は2μmとされ、露光装置1では光照射領域61間の2方向のピッチ(DMD42において行方向および列方向に対応するピッチ)が約8.25μmとなるようにズームレンズ437および投影レンズ439により縮小投影が行われる。

【0050】さらに、図11(a)および(b)における比較では、DMDの高速化(データ書き込みの高速化、あるいは、動作の簡素化)を図るために、768行1024列の微小ミラーのうち1つのブロックの微小ミラーチームのみが使用されるものとする。図12はDMD42の基板9上の像42bを模式的に示す図であり、使用される1つのブロックに対応する光照射領域群423に平行斜線を付して示している(実際には16ブロック存在し、1ブロックに多数の微小ミラーが存在する。)。

【0051】上記条件の場合、メモリセルへのデータ書き込み時間は、データの転送速度が毎秒7.6Gb/sであるため、最短で約6.5マイクロ秒とすることも可能であるが、リセット後の微小ミラーの安定時間(微小ミラーの姿勢が安定するまでの時間であり、約15マイクロ秒)を考慮して、24マイクロ秒を1つの描画セル620に対応する最短露光時間(すなわち、次のリセットパルスを入力するまでの最短時間)としている。なお、基板9上の全体の描画セルは100mm×100mmの正方形の領域に配列されているものとする。

【0052】まず、図11(a)に示す比較例では、DMDの基板9上の像42aにおいて、各微小ミラーに対応する光照射領域の2つの配列方向と主走査方向および副走査方向とが一致することから、DMDの像42aが描画セルの主走査方向のピッチである2μmを移動するのに必要とする時間は、リセットパルス間の最短時間である24マイクロ秒となり、基板9の移動速度は毎秒83.3mmとなる。したがって、主走査方向に100mmの長さを露光するには約1.2秒の時間がかかる。また、DMDの像42aのX方向の長さは約2mmとなることから、基板9の全体を露光するには約50回の主走査が必要となり、約60秒を要することとなる。

【0053】一方、図11(b)に示す露光装置1では、DMD42の像42bが最短露光時間の24マイクロ秒の間に描画セル620の主走査方向のピッチP2の2倍の距離である4μmを相対移動するため、基板9の移動速度は毎秒166.7mmとなる。よって、100mmの走査距離を露光するのに必要な時間は約0.6秒となる。また、光照射領域61間のX方向のピッチが8

μmであるため、1度の走査で露光できる領域のX方向の幅は約8mmとなり、基板9の全体を露光するには13回の主走査を行えばよい。したがって、露光装置1が基板9の全体を露光するために必要な時間は7.8秒となる。

【0054】以上のように、露光装置1では2次元配列された光照射領域群を主走査方向に対して傾斜させることにより、露光による精度の高い描画を非常に高速に行うことが実現される。

【0055】以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

【0056】露光装置1に設けられる空間光変調デバイスは、上記実施の形態で用いられるDMD42には限らず、例えば、液晶シャッタ等の空間光変調デバイスを使用することも可能である。また、光源として複数の発光ダイオード等を2次元配列し、発光ダイオード群に対応する光照射領域群の配列方向が走査方向に対して傾斜された状態で、各発光ダイオードのON/OFFを光照射領域の相対移動に同期して制御することにより、パターンの露光が行われてもよい。

【0057】ステージ2とヘッド部4との主走査方向および副走査方向への相対移動(すなわち、基板9上の描画セル群と光照射領域群との相対移動)は、ステージ2またはヘッド部4のいずれかのみの移動により行われてもよい。

【0058】光照射領域群のピッチおよび描画セルのピッチも上記実施の形態に示したものに限定されず、仕様に応じて適宜変更されてよい。すなわち、光照射領域群の主走査方向に対する傾斜の角度は、光照射領域61や描画セル620の大きさや重複露光の回数等に応じて適宜変更される。

【0059】さらに、上記実施の形態では光照射領域群において副走査方向の端に位置する光照射領域61(例えば、図4における(-X)側かつ(-Y)側の光照射領域61)への光照射の制御に言及していないが、制御を簡単に行うためにこれらの光照射領域61への光照射は行われなくともよく、副走査後の露光を考慮しつつこれらの光照射領域61への光照射が制御されてもよい。

#### 【0060】

【発明の効果】請求項1ないし5の発明では、高速にパターンの露光を行うことができ、請求項5の発明では、さらに高速にパターンの露光を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の露光装置による露光動作を説明するための図である。

【図2】露光装置の概略構成を示す図である。

【図3】DMDを示す図である。

【図4】露光装置による露光動作を説明するための図である。

【図5】露光装置による露光動作を説明するための図である。

【図6】露光装置による露光動作を説明するための図である。

【図7】(a)ないし(c)は、主走査方向に関して描画セルに光が照射される様子を説明するための図である。

【図8】(a)ないし(c)は、副走査方向に関して描画セルに光が照射される様子を説明するための図である。

【図9】露光装置による露光動作の他の例を説明するための図である。

【図10】(a)ないし(d)は、倍速動作において主走査方向に関して描画セルに光が照射される様子を説明するための図である。

【図11】(a)および(b)は、比較例と本発明に係る露光装置との比較を行うための図である。

【図12】基板上のDMDの像を示す図である。

【符号の説明】

1 露光装置

4 ヘッド部

5 制御部

9 基板

31 ステージ移動機構

32 ヘッド部移動機構

41 光源

42 DMD

43b 投影光学系

61, 61a~61e 光照射領域

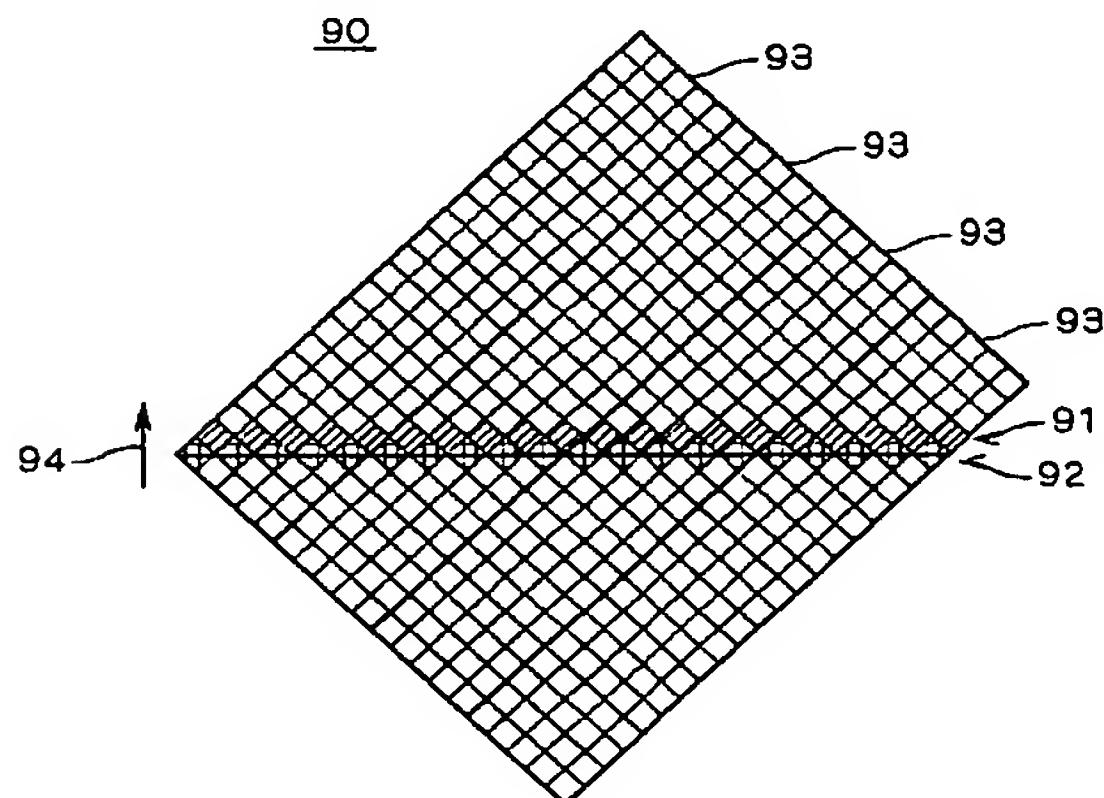
620, 621~624, 621a~621h 描画セル

422 微小ミラー群

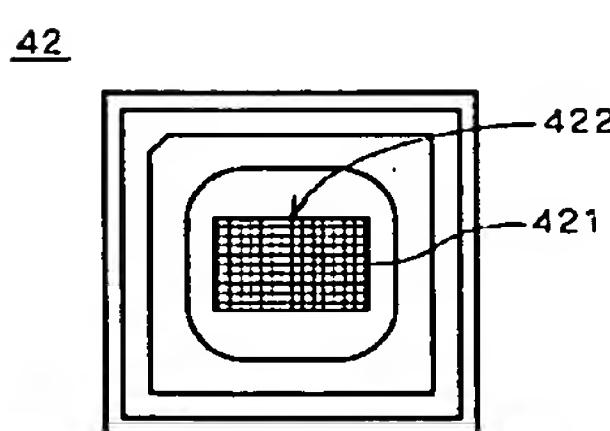
L1 距離

P1, P2 ピッチ

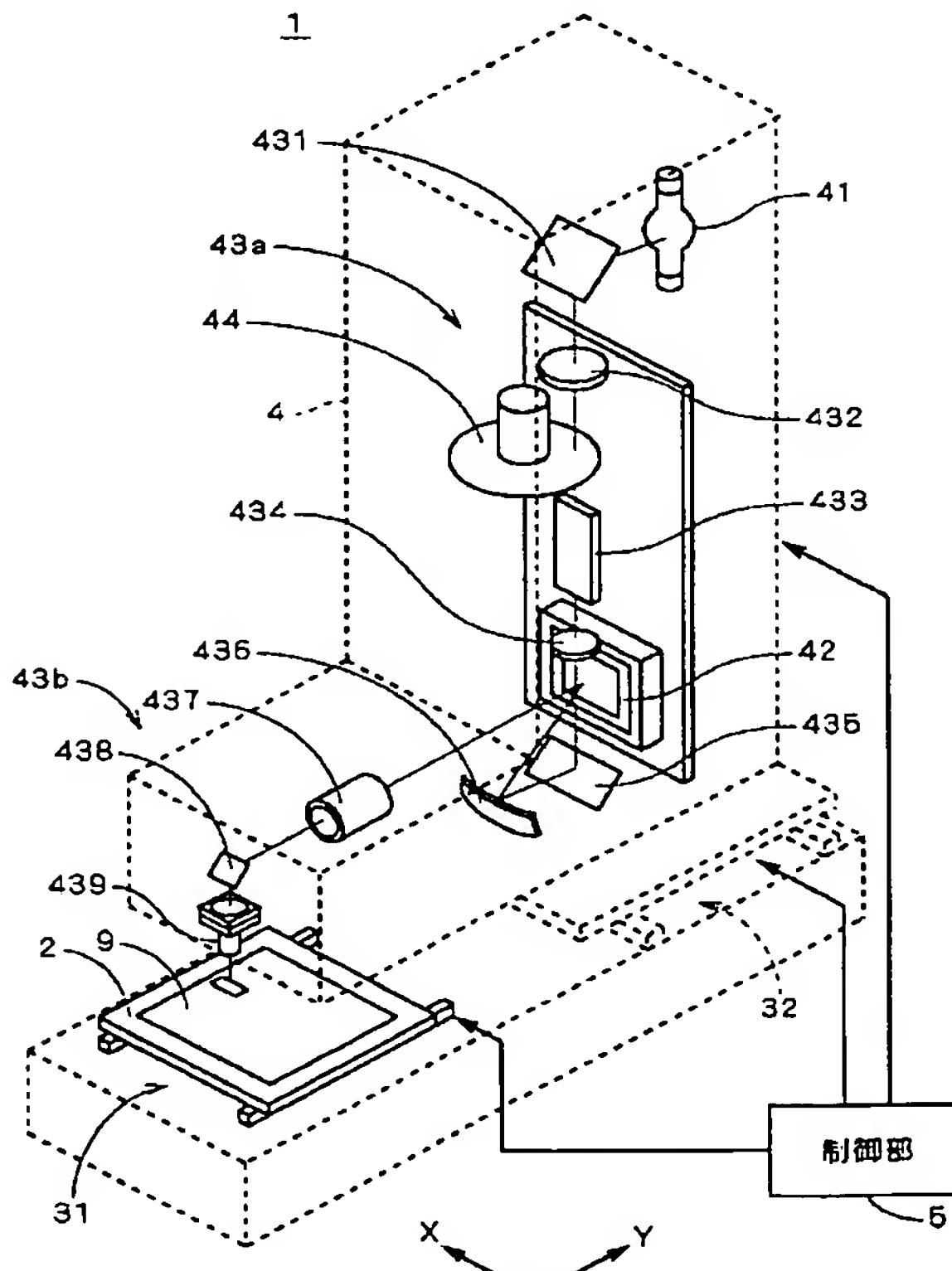
【図1】



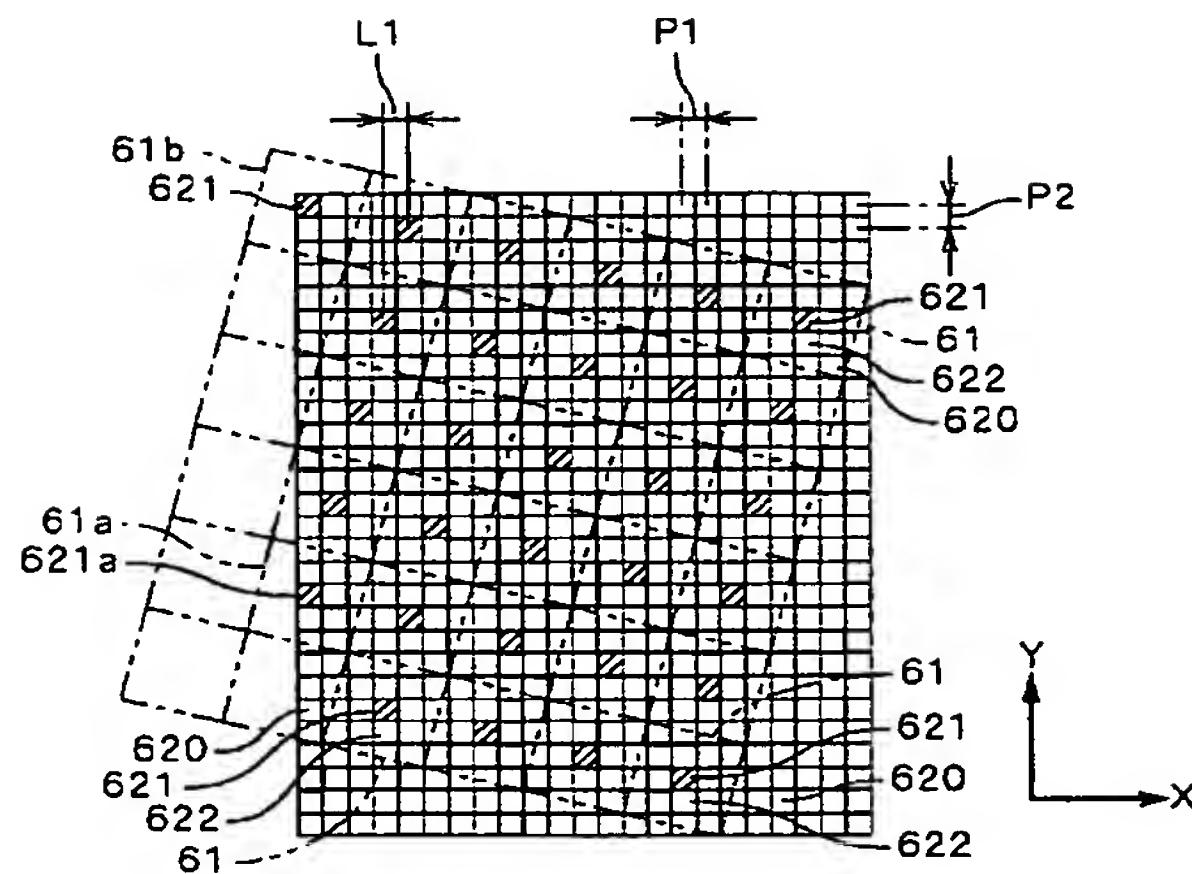
【図3】



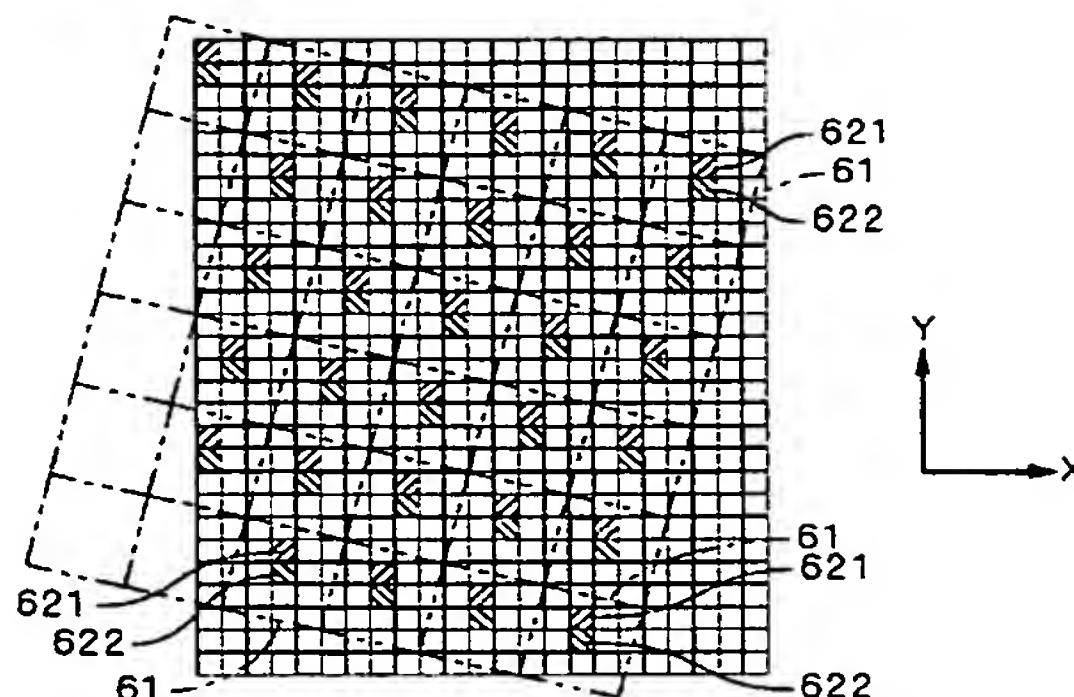
【図2】



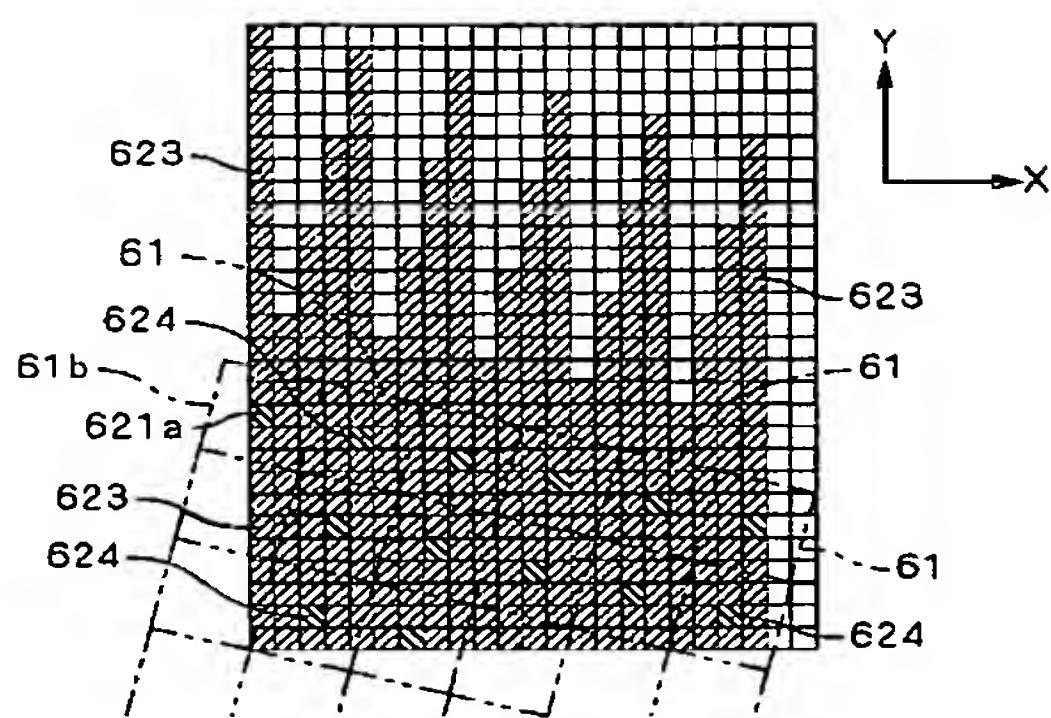
【図4】



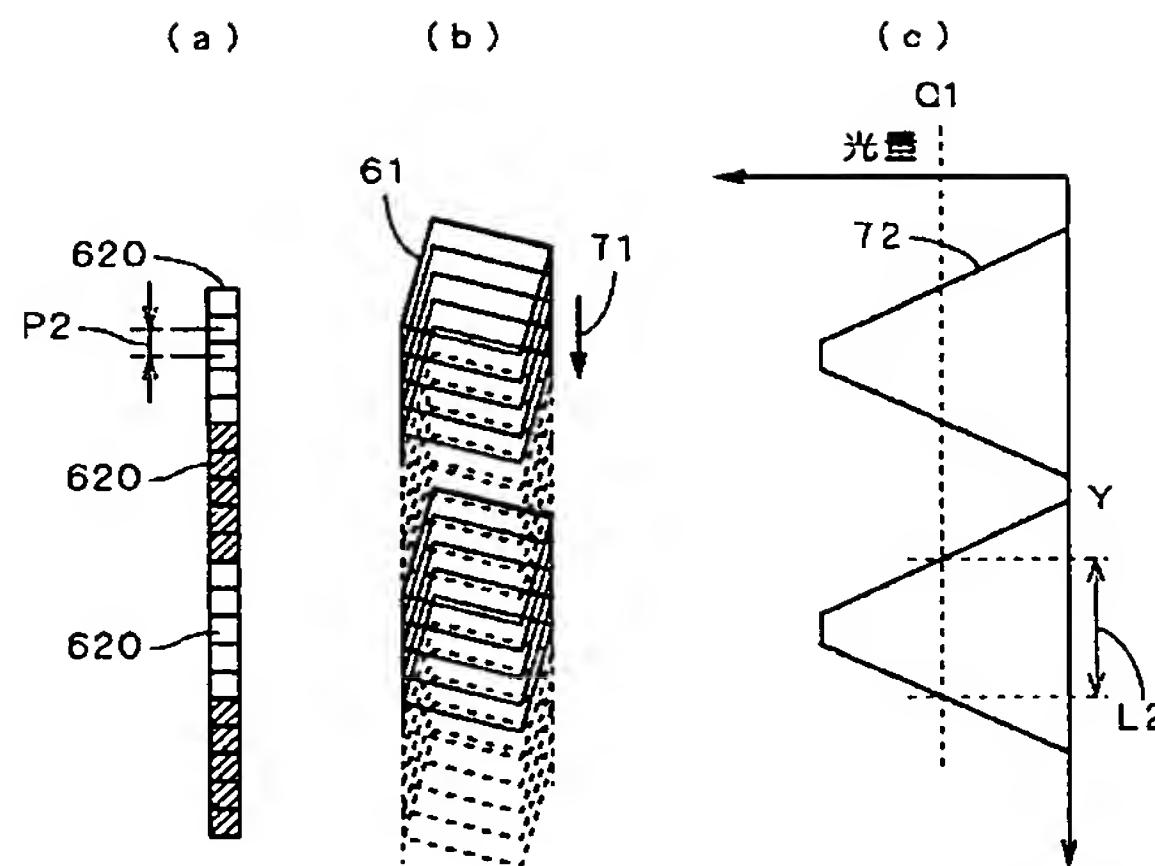
【図5】



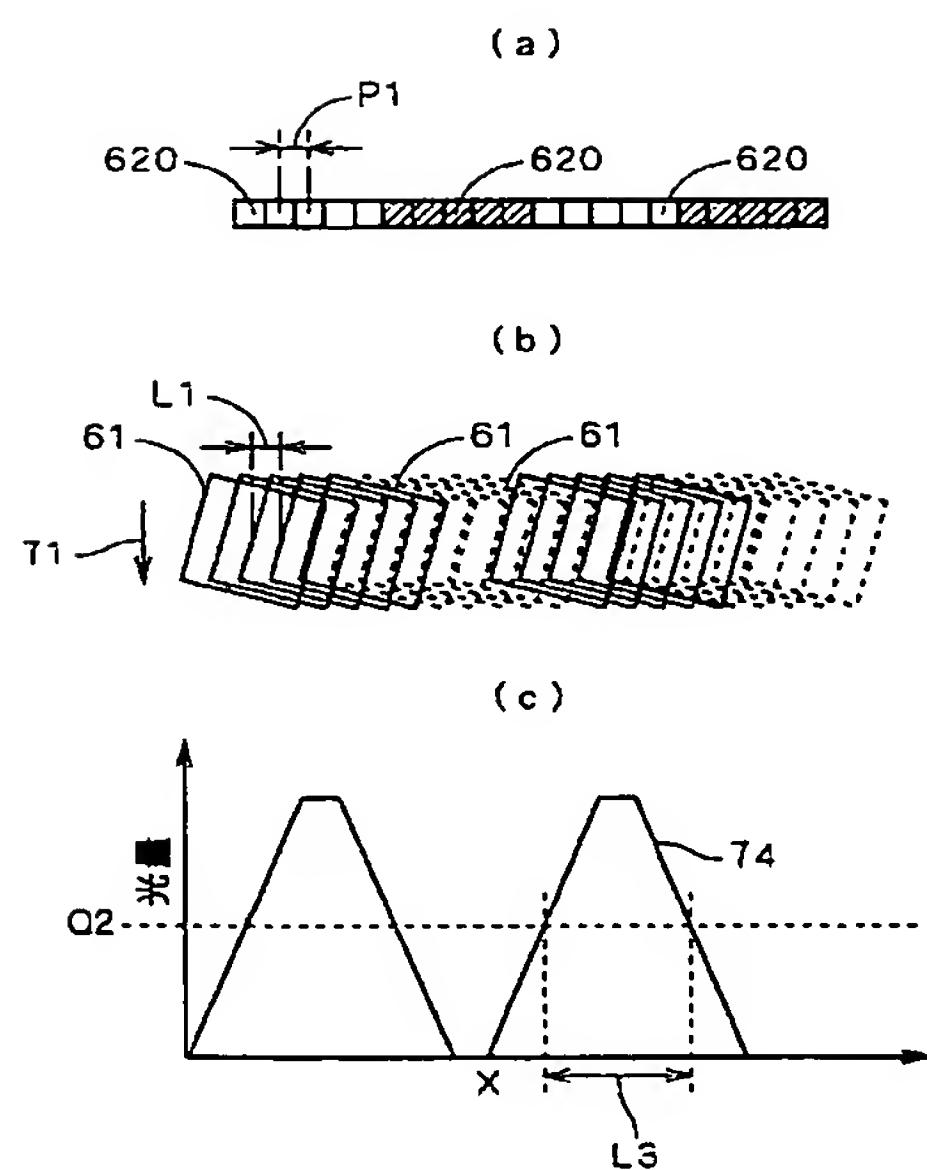
【図6】



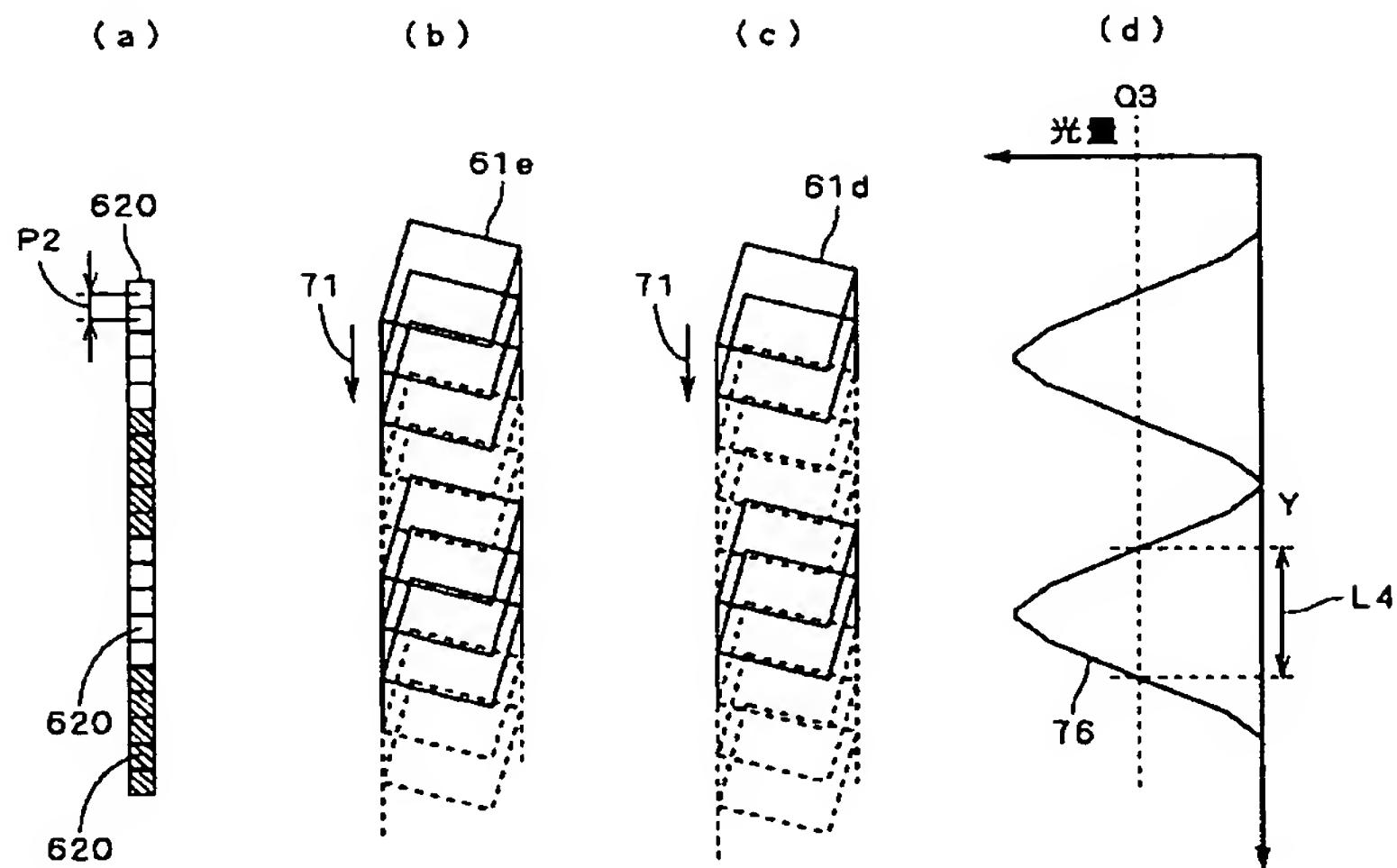
【図7】



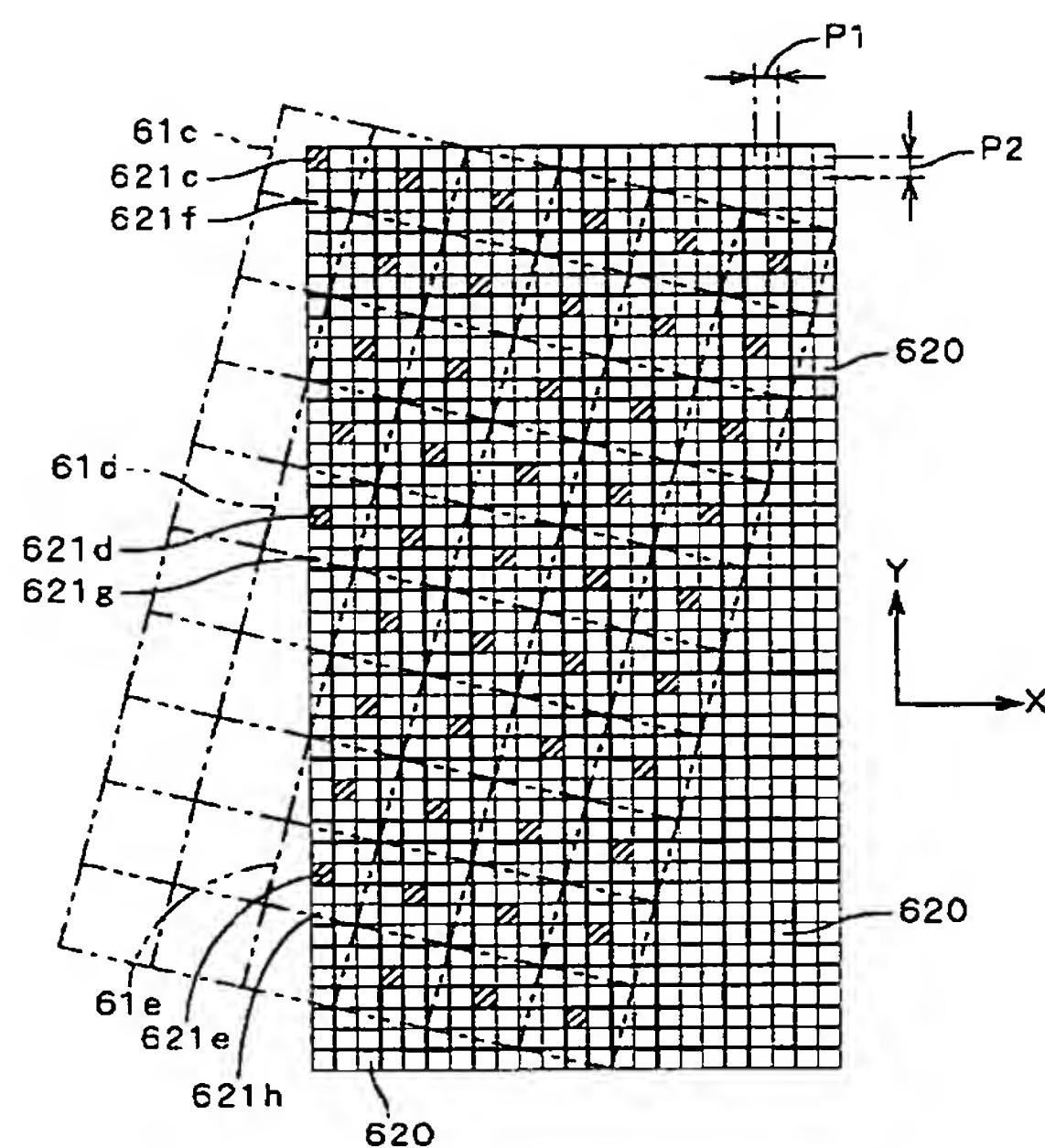
【図8】



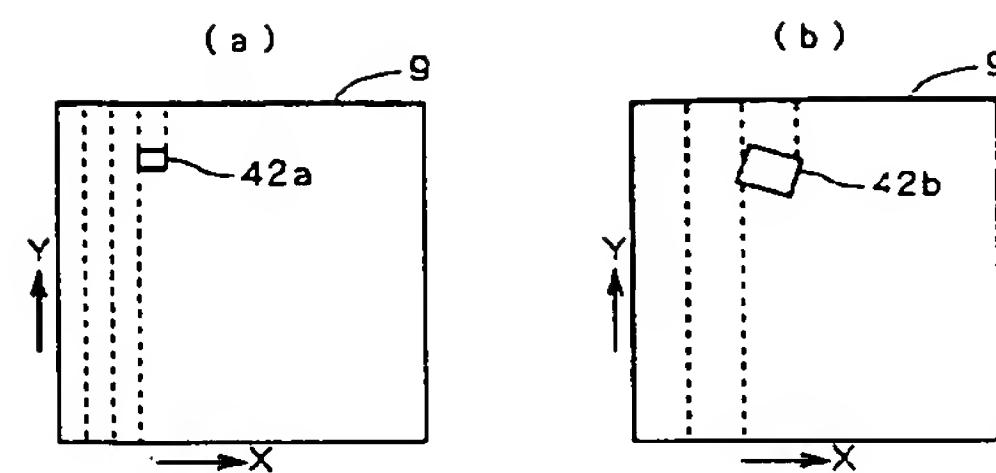
【図10】



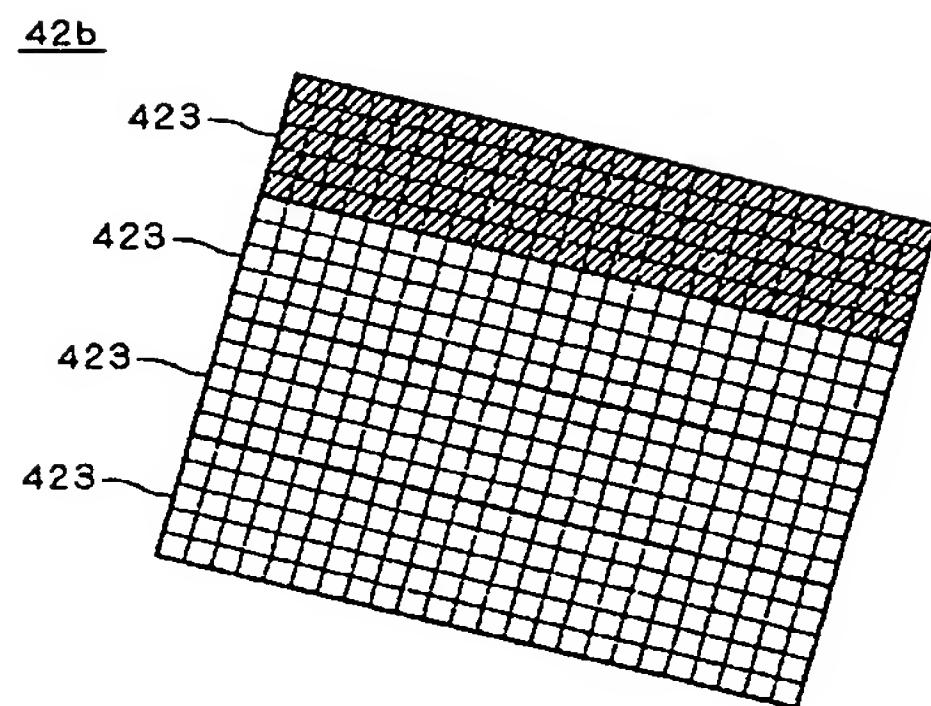
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テ-マコ-ト(参考)

H 01 L 21/30

5 2 9

(72) 発明者 桑原 章

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁  
目天神北町1番地の1 大日本スクリーン  
製造株式会社内

Fターム(参考) 2H097 AA03 CA17 LA09 LA10

5F046 AA11 BA05 CB01 CB02 CB18  
CB23 CC01 CC03 DA03 DA11